

Device and method for cooling heat source in high density chip carrier equipment

Publication number: CN1355415 (A)

Publication date: 2002-06-26

Inventor(s): HOSHAR LONGTAM S [US]

Applicant(s): IBM [US]

Classification:






- international: *F28D15/02; F28D15/04; H01L23/38; H01L23/427; H05K7/20; F25B23/00; F25D19/00; F28D15/02; F28D15/04; H01L23/34; H05K7/20; F25B23/00; F25D19/00; (IPC1-7): F28D15/02; F28D15/04; H01L23/427; H05K7/20*

- European: F28D15/02E; F28D15/04; H01L23/38; H01L23/427; H05K7/20D2

Application number: CN20011038418 20011112

Priority number(s): US20000726291 20001130

Also published as:

 CN1185458 (C)
 US2002062648 (A1)
 TW512507 (B)
 KR20020042421 (A)
 JP2002231868 (A)

Abstract not available for CN 1355415 (A)

Abstract of corresponding document: **US 2002062648 (A1)**

An apparatus for dense chip packaging using heat pipes and thermoelectric coolers is provided. The apparatus includes an evaporator region, a condenser region, and a capillary region. The evaporator region includes one or more hot point elements used to transfer heat from a heat source to a transport fluid. The transport fluid changes state to a vapor when heat is applied to the transport fluid. The vapor travels to the condenser region via vapor channels and is condensed to a fluid once again by transferring heat from the vapor to a heat sink. The condensed fluid is then returned to the evaporator region by way of capillary forces and capillaries formed in a capillary structure. The capillaries formed in the capillary structure have a tree-like or fractal geometry. The apparatus may further include a flexible region that allows the apparatus to be bent around corners and edges.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F28D 15/02

H01L 23/427 H05K 7/20



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01138418.2

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1185458C

[22] 申请日 2001.11.12 [21] 申请号 01138418.2

[30] 优先权

[32] 2000.11.30 [33] US [31] 09/726,291

[71] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 龙塔姆·S·霍沙尔

审查员 巩建华

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

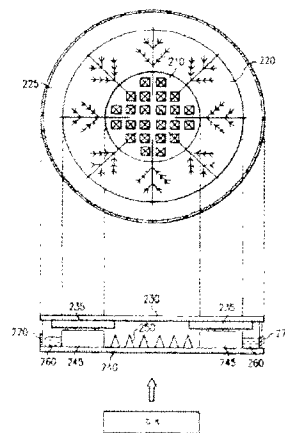
代理人 李晓舒 魏晓刚

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称 高密度芯片载装设备中用于冷却热源的装置和方法

[57] 摘要

本发明提供了一种高密度芯片封装设备中用于冷却热源的装置。该装置包括蒸发器区、冷凝器区和毛细管区。蒸发器区具有一个或多个热端元件，用于将热从热源传给传送流体。当热施加到传送流体上时，传送流体的状态会变成蒸汽。蒸汽经蒸汽通道流到冷凝器区，并通过将热从蒸汽传给吸热装置而再次冷凝为液体。然后，冷凝的液体在毛细管结构中形成的毛细作用力和毛细管的作用下返回到蒸发器区。毛细管结构中的毛细管具有树状或分形几何形状。该装置还包括一个挠性区，使其能够绕转角和边缘弯曲。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于冷却热源的装置, 包括:
具有一个或多个热端元件的蒸发器区, 用于将热从所述热源传给传送流
5 体;
与一个吸热装置相联的冷凝器区; 以及
毛细管区, 该毛细管区具有使所述冷凝的传送流体返回到所述蒸发器区
的毛细管,
其中, 所述毛细管区中的毛细管具有树状或分形几何学形状。
- 10 2. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 当热从所述热源施加到所述传
送流体上时, 所述传送流体会变成蒸汽。
3. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 通过将热从所述蒸汽传给所述
吸热装置, 所述蒸汽被冷凝成冷凝的传送流体。
4. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 该装置是挠形的。
- 15 5. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述热源是热的集成电路芯片。
6. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述传送流体是醇、水、弗利
昂中的一种。
7. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 通过限定所述毛细管区中的一
个区域, 然后利用分形算法来填充所述毛细管区的这个区域, 来形成所述毛
20 细管区中的毛细管。
8. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 该装置用高导热性材料形成。
9. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述的一个或多个热端元件是
锥形的热端元件。
10. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述的一个或多个热端元件终
25 结为一个逐渐变细的点。
11. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述毛细管区还包括蒸汽通道,
用来将蒸汽从所述蒸发器区传送到所述冷凝器区。
12. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 通过光刻掩模和蚀刻中的一种
方法, 来形成所述毛细管区中的毛细管。
- 30 13. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述吸热装置是冷板、温差电
致冷器和散热翅片中的一种。

14. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述蒸发器区和所述冷凝器区同心地设置。
15. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 该装置具有直线状几何形状。
16. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述蒸发器区、所述毛细管区
5 和所述冷凝器区中的至少一个是挠形结构。
17. 如权利要求 18 的装置, 其特征在于, 所述挠形结构具有从所述挠形结构的基底蚀刻出来的槽, 从而使所述挠形结构能够弯曲。
18. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述热源是膝上型计算机中的处理器, 所述吸热装置是在所述膝上型计算机顶部上的散热器。
- 10 19. 如权利要求 1 的装置, 其特征在于, 所述热源是芯片叠层中的集成电路芯片。
20. 一种冷却热源的方法, 包括:
- 使用一个具有一个或者多个热端元件的蒸发器区, 将热从所述热源传给
15 15 使用一个与吸热装置相联的冷凝器区, 将热从所述蒸汽传给所述吸热装置, 其中, 所述蒸汽被变成冷凝的传送流体;
- 将所述冷凝的传送流体经过一个毛细管区中的毛细管返回到所述蒸发器区,
- 其中, 采用树状和分形几何学中的至少一种方法, 来形成所述毛细管区
20 20 中的毛细管。
21. 如权利要求 20 的方法, 其中, 所述热源是热的集成电路芯片。
22. 如权利要求 20 的方法, 其中, 所述传送流体是醇、水、弗利昂中的一种。
23. 如权利要求 20 的方法, 其中, 所述的一个或多个热端元件是锥形
25 25 的热端元件。
24. 如权利要求 20 的方法, 其中, 所述热源是膝上型计算机中的处理器, 所述吸热装置是在所述膝上型计算机顶部上的散热器。
25. 如权利要求 20 的方法, 其中, 所述热源是芯片叠层中的集成电路芯片。
- 30 26. 一种制造用于冷却热源的装置的方法, 包括:
- 提供一个具有一个或多个热端元件的蒸发器区, 用于将热从所述热源传

给传送流体, 其中, 当热从所述热端元件传到所述传送流体时, 所述传送流体会变成蒸汽;

提供一个与吸热装置相联的冷凝器区, 当热从所述蒸汽传给所述吸热装置时, 将所述蒸汽冷凝成冷凝的传送流体; 以及

- 5 提供一个毛细管区, 该毛细管区具有使所述冷凝的传送流体返回到所述蒸发器区的毛细管,

其中, 采用树状和分形几何学中的至少一种方法, 来形成所述毛细管区中的毛细管。

27. 如权利要求 26 的方法, 还包括提供所述的传送流体, 其中, 所述
10 传送流体是醇、水、弗利昂中的一种。

28. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 通过限定所述毛细管区中的一个区域, 然后利用分形算法来填充所述毛细管区的这个区域, 来形成所述毛细管区中的毛细管。

29. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 所述冷却热源的装置用高导
15 热性材料形成。

30. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 所述的一个或多个热端元件是锥形的热端元件。

31. 如权利要求 26 的方法, 还包括提供所述毛细管区中的蒸汽通道, 用来将蒸汽从所述蒸发器区传送到所述冷凝器区。

- 20 32. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 通过光刻掩模和蚀刻中的一种方法, 来形成所述毛细管区中的毛细管。

33. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 所述蒸发器区和所述冷凝器区同心地设置。

- 25 34. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 所述冷却热源的装置具有直线状几何形状。

35. 如权利要求 26 的方法, 其特征在于, 所述蒸发器区、所述毛细管区和所述冷凝器区中的至少一个是挠形结构。

36. 如权利要求 35 的方法, 其特征在于, 所述挠形结构具有从所述挠形结构的基底蚀刻出来的槽, 从而使所述挠形结构能够弯曲。

高密度芯片载装设备中 用于冷却热源的装置和方法

5

技术领域

本发明涉及使用热管和温差电致冷器的高密度芯片封装设备，更具体地说，涉及在所述设备中用于冷却热源的装置和方法。

10

背景技术

增加电子线路的功率密度需要改进从电路将热传导出去的系统。功率密度随着集成水平和工作速度的增加而增大，因此，随着电子线路变得更集成化以及工作速度的增加，从电路将热传导出去的需要就非常重要了。

热管有助于提高集成电路的热排除。微热管使用一些小型管道，这些管道中填充有工作流体，用来将热从高温器件传走。这些管道一般是在一个表面内进行切割或钻成的直的通道。热由流体的蒸发和冷凝将热通过管道传走。流体在管道的被加热区域蒸发，蒸汽运行到管道被冷却的部分，得到冷凝。冷凝后的液体汇集在管道的角落中，并由毛细作用力将流体运回蒸发器区域。因为流体处于饱和状态，所以，管道内部几乎是等温的。

美国专利第 5769154 和第 5947183 公开了一种在热管系统中分配流体的灯芯结构，这两篇文献在此被引作参考文献。这种灯芯结构使流体能够沿着多个方向流动，并从而使流体返回加热区域。但是，由于这种灯芯结构的构造是任意的，因此，流体阻力大，并且对于向流体传热不起作用，而且不能够变形，这样，这种灯芯结构的使用被限制于刚性应用场合。所以，提供一种具有改进的毛细结构和蒸汽腔的热管装置，从而改善热管的运行，这将是很有益处的。另外，提供一种能够变形的热管装置，而使其能够用在多种不同实施场合下，也将是很有益处的。

30

发明内容

本发明提供了一种用于冷却热源的装置及方法，其中，所述装置包括具有一个或多个热端元件的蒸发器区，用于将热从所述热源传给传送流体；以及和一个吸热装置相联的冷凝器区。

- 5 更具体地说，本发明提供了一种高密度芯片封装设备中用于冷却热源的装置，该装置包括蒸发器区、冷凝器区和毛细管区。蒸发器区包括一个或者多个热端元件，用来将热从热源传给传送流体。当热作用于传送流体时，传送流体改变其状态而变成蒸汽。蒸汽通过蒸汽通道运行到冷凝器区，通过将热从蒸汽传给吸热装置而再次冷凝为流体。然后，冷凝后的流体借助于毛细作用力和形成在毛细结构中的毛细管，返回到蒸发器区。形成于毛细结构中的毛细管具有树状或者分形的几何形状。该装置还可以包括一个挠形区，使该装置能够绕着转角或者边缘弯曲。
- 10

附图说明

15

在所附的权利要求书中，提出了被认为是本发明特点的新颖的特征。不过，通过结合附图阅读下面对说明性实施例的详细描述，会更好理解本发明本身以及优选的实施方式，以及本发明的目的和优点。其中，

图 1 是表示热管基本工作情况的示例性方块示意图；

- 20 图 2 是示例性方块示意图，表示根据本发明的热管结构的俯视图和剖视图；

图 3 是表示图 2 的热管结构工作情况的示例性方块示意图；

图 4 是表示本发明一个直线状热管结构实施例的示例性示意图；

- 25 图 5 是示例性方块示意图，表示本发明直线状热管结构实施例的横截面；

图 6 是示例性方块示意图，表示本发明直线状热管结构实施例的示例性实施方式；

图 7A 和图 7B 是示例性方块示意图，表示使用本发明热管的芯片封装的两种可能的构造。

30

具体实施方式

图 1 是表示热管基本工作情况的示例性方块示意图。如图 1 所示，热管的作用是将热从热源 110 传给吸热装置 120。来自热源 110 的热被传给冷却液 130，冷却液 130 被该热量转换成蒸汽。蒸汽沿着热管 140 从蒸汽腔 150 运行到冷凝器腔 160，在冷凝器腔 160 内，将热传给吸热装置 120，结果，
5 蒸汽变回液体。

在冷凝器腔 160 中冷凝的液体，利用构成热管结构的材料的毛细作用力，返回到蒸汽腔 150。例如，热管可以由多孔的玻璃材料（由一段有圆形小孔的壁表示）构成。玻璃材料中的这些小孔提供了冷却液可以返回到蒸汽腔 150 的通道。由于压力差的存在而且冷却液在表面张力的作用下受到
10 另一部分冷却液的吸引，所以，毛细作用力能够使冷却液通过玻璃材料中的小孔返回到蒸汽腔 150。

本发明提供了一种与集成电路芯片一起使用的、改进了的热管结构。本发明利用蒸发器中的元件，提供有效的相变，并通过蒸汽有效地排除热。另外，本发明使用了基于分形几何学和构造几何学的毛细管结构，这种毛细管结构能够提供最大的毛细作用力，而流动阻力最小。再者，本发明包
15 括了一种挠形结构，该结构能够很容易地绕着转角和边缘弯曲。

图 2 是示例性方块示意图，表示根据本发明的热管结构的俯视图和剖视图。如图 2 所示，本发明的热管结构包括三个主要的区：蒸发器区 210、毛细管区 220 和冷凝器区 225。在图示的例子中，各个区由同心圆形成，而
20 蒸发器区 210 位于中心，毛细管区 220 围绕着蒸发器区 210 形成，而冷凝器区 225 围绕着毛细管区 220 形成。

蒸发器区 210 的作用是将热从热源传给传送流体，传送流体用来将热传给吸热装置。热源可以是能够产生热的任何一种器件。在本发明的优选实施例中，热源是一个发热的集成电路芯片。热源放在蒸发器区 210 的后面，这样，来自热源的热被从热源传给蒸发器区 210 中的元件，接着，将
25 热传给传送流体。

传送流体可以是任何一种受热后能够将其状态从液态变成汽态的液体。具体传送流体的使用可以根据热源的工作温度和传送流体的汽化点。例如，如果热源在 25°C 到 50°C 的范围内工作，那么，传送流体可以用醇，
30 例如汽化点为 50°C 左右的甲醇。例如，对于高于 50°C 的温度范围，可以使用水。例如，对于低于 25°C 的温度范围，可以使用弗利昂。在不超出本

发明的精神和范围的情况下，还可以使用其它的传送流体。

当热在蒸发器区被传给传送流体时，传送流体将其状态变成汽态。蒸汽经过毛细管区 220 中的蒸汽通道运行到冷凝器区 225。与冷凝器区 225 相联的吸热装置从蒸汽中吸热，使蒸汽将其状态又变回为液态。然后，冷凝后的传送流体经过毛细管区 220 中的毛细管而返回到蒸发器区。

流体受到的毛细作用力使传送流体向着热管结构的中心即蒸发器区 210 移动。毛细管区 220 中的毛细管形成为树状结构。这种树状结构能够提供更大的毛细作用力，而表面阻力最小。John Wiley and Sons 出版社 1997 年版的 Adrian Bejan 著 “Advanced Engineering Thermodynamics” (“高级工程热力学”) 第 13 章，对这种树状结构作了一般性的描述。该文献在此引作参考文献。

虽然在毛细管区 220 中最容易形成树状结构，但是，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以使用其它的结构。例如，在一个优选实施例中，毛细管结构利用分形几何学来定义。利用分形几何学能够使分形几何形状的周长在理论上增加到无限大，而该几何形状的面积保持不变。通过定义毛细管区的区域，然后，使用如 Kohn 算法等的分形算法来填充定义的区域，就可以确定分形几何形状。接着，将得到的几何形状蚀刻在毛细管区的基底上。

在图 2 中还显示了区 210 到 230 的横剖视图。图 1 中示出的各元件不是按比例绘制的，为了便于说明，放大了相关的尺寸。因此，图 2 仅仅是用于解释的目的，而不是用来提供构造本发明热管结构的“蓝图”。

如图 2 所示，热管结构的顶部和底部由基底 230 和 240 构成。这些基底 230 和 240 由能够罩住随后讨论的那些元件的任何材料构成。例如，基底 230 和 240 可以由高导热性的材料构成，像铜、硅、硅同位素 Si-28、覆硅的铜等。例如，在一个优选实施例中，基底 230 和 240 由铜构成，是因为与其他材料相比，铜的导热性高，但成本低。

蒸发器区 210 包括多个元件 250，用于将热从热源，例如集成电路芯片，传给传送流体。元件 250 可以是能够将热从热源传给传送流体的任何一种类型的元件。在本发明的一个优选实施例中，元件 250 是锥形的热端。在优选实施例中使用锥形热端的原因是，尖端增加了热通量密度，具有更多的晶核形成位置以用于形成蒸汽。热从热端传给传送流体，使传送流体汽

化。锥形热端阵列的生产和使用，在一些文献中进行了描述。例如，与本申请一起转让的正在审查中的美国申请：名称为“Enhanced Interface Thermoelectric Coolers with All-metal Tips”（“具有全金属接头的增强界面温差电致冷器”）的美国申请、名称为“Thermoelectric Coolers with Enhanced Structured Interfaces”（“具有增强的结构化界面的温差电致冷器”）的美国申请、名称为“Enhanced Interface Thermoelectric Coolers with All-metal Tips”（“具有全金属接头的增强界面温差电致冷器”）的美国申请以及名称为“Cold Point Design for Efficient Thermoelectric Coolers”（“高效温差电致冷器的冷端设计”）的美国申请。这些美国申请在此引作参考文献。

10 虽然公开了“锥形”热端，并将其用在了优选实施例，但是，热端主体的形状不必非是锥形的。相反，只要热端终结为一个逐渐变细的点，那么，任何形状都是可以的。因此，例如，除了锥形热端，还可以使用金字塔形热端。

毛细管区 220 包括多个蒸汽通道 235 和毛细管结构 245。蒸汽通道 235 15 用来将蒸汽从蒸发器区 210 输送到冷凝器区 225。毛细管结构 245 包括形成在其中的多个毛细管。毛细管结构 245 中的毛细管提供了冷凝后的传送流体可以返回到蒸发器区 210 的通道。

毛细管结构 245 中的毛细管，可以通过例如光刻掩模和活性离子蚀刻技术来形成。也可以用电镀工艺来形成毛细管结构 245。用激光切割基底也能形成适当的毛细管结构。一般地讲，在不超出本发明的精神和范围的情况下，20 适合于微加工的各种工艺都能用来形成本发明的毛细管结构 245。

冷凝器区 225 包括冷凝的传送流体 260 和密封件 270。在基底 230 相对的表面上能够安装吸热装置，如，冷板（未示出）、温差电致冷器、散热翅片等。密封件 270 用来密封热管结构，使热管结构能够进行适当的循环操作，并防止脏物进入到热管结构中。另外的方案是，用硼磷硅酸盐玻璃粘结剂对基底 230 和 240 进行气密封。

传送流体能够通过一个端口（未示出）被引到热管结构中，而进入到基底 230、240 和密封件 270 所构成的容积内。必要的话，传送流体能够在真空状态下通过该端口被引进热管结构中。然后，利用例如环氧树脂填料或者激光熔焊的方法，将该端口密封起来。也可以通过本领域技术人员公30 知的注射填充、蒸发和卷边密封的工艺，来填充热管结构。加入热管结构

中的传送流体的量要足以使冷凝器区 225 中的凝结液滴能够跨在基底 240 的冷凝器区表面和毛细管结构 245 之间。

由于吸热装置（未示出）吸走了热，蒸汽在冷凝器区 225 内凝结，从而得到了冷凝的传送流体 260。蒸汽失去了热，使其状态变回了液态。接着，
5 这些液体在重力或者局部灯芯结构的作用下，汇集在冷凝器区的底部，然后，经过毛细管结构 245 中的毛细管被送回蒸发器区 210。

图 3 是一个示例性方块示意图，表示本发明热管结构的一个示例性实施例的工作情况。如图 3 所示，通过热端，来自热源的热从芯片传给传送流体。这些热作用在传送流体上时，传送流体从液态变成汽态。然后，这
10 些蒸汽流经毛细管区的蒸汽通道到达冷凝器区。

在冷凝器区，蒸汽中的热被传给散热器。失去热使蒸汽变回为液体。传送流体凝结在冷凝器区的底部。作用在液体上的毛细作用力使传送流体经过形成在毛细管区中的毛细管，流回蒸发器区和热端。只要热管结构在工作中并且有热源，那么，这样的过程就循环往复。

15 如图 2、3 所示，一个优选实施例的热管结构具有圆形的几何形状。这种圆形几何形状使热管结构能够形成在大多数半导体硅晶片上，并能够将集成电路定位在蒸发器区。这些集成电路本身形成于圆形的硅晶片上。而且，圆形几何形状能够通过密封圆形热管结构的外边缘或周边，而容易将热管结构密封起来。

20 在本发明的一些应用中，需要采用本发明热管结构的直线构型。图 4 示出了根据本发明的直线状热管结构的示例性方块图。如图 4 所示，该热管结构包括以直线的形式形成在一个基底 440 上的蒸发器区 410、毛细管区 420 和冷凝器区 430。一旦形成了这些区后，就可以对基底进行蚀刻，去掉多余的基底。

25 图 5 是本发明直线状热管结构实施例的剖视图。如图 5 所示，该结构基本上与圆形几何形状的实施例类似，不同之处是，在该剖视图中只设置了一个毛细管区和一个冷凝器区。

另外，直线状结构可以含有一个挠形结构区 510。该挠形结构区跨过蒸发器区、毛细管区和冷凝器区中的一个或多个。在图示的例子中，挠形结构区 510 仅跨过了毛细管区。
30

挠形结构区 510 包括基底 520，基底 520 通过蚀刻进行了刻槽。另外，

蒸汽通道和毛细管结构用能够弯曲的材料形成。例如，可以用电镀铜、Si-28等来形成蒸汽通道和毛细管结构。在一个优选实施例中，使用了电镀铜，因为电镀铜导热性高、具有易于成型的能力以及较低的成本。

基底 520 上的槽，以及热管和毛细管结构的挠形材料使挠形结构区 510 能够弯曲，因此，整个热管结构可以弯过边缘、铰链等。整个结构的挠形使得本发明的热管结构具有多种应用。

例如，如图 6 所示，本发明的热管结构可以用于膝上型计算机，这样，膝上型计算机中通常不用作散热的表面上设置了散热器。在传统膝上型计算机中，使用传统散热机构来进行散热，这些散热机构要求通过膝上型计算机的底面或侧面散热。这样所带来的问题是，要限制从这些位置散掉的热量，才不会伤害到会接触到这些位置的用户。

因为本发明提供了一种能变形的机构，所以，就能够从膝上型计算机上表面排出膝上型计算机处理器产生的热。本发明的挠性使热管结构能够弯过膝上型计算机的铰接区，使蒸发器区的位置临近处理器。毛细管区越过膝上型计算机底部的一部分、越过膝上型计算机的铰接区、并越过膝上型计算机顶部的一部分。冷凝器区位于膝上型计算机的顶部，使得从处理器传给散热器的热通过膝上型计算机的上表面排出。因为排出热的表面一般不靠着用户或不接近用户，所以，随着排出热量的增加，可以增加处理器的工作温度。

除了图 6 所示的一些应用外，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，本发明的热管结构还可以有很多其他的应用。例如，本发明可以用在图 7A、7B 所示的热集成电路叠层等中。

图 7A 和图 7B 示出了本发明的两种可能的实施方式。如图 7A 所示，第一芯片叠层包括印制电路板 (PCB) 底板 710、结合在 PCB 底板 710 上的输入/输出 (I/O) 模块 720 和多个芯片 730，芯片 730 一个层叠在另一个的顶部，并结合到输入/输出模块 720。该芯片叠层还包括温差电致冷器 740 和位于温差电致冷器 740 之间的热管结构 750。

热管结构 750 临近温差电致冷器的部分是蒸发器区。从温差电致冷器排出的热由热管结构的蒸发器区中的元件吸收，从而使蒸发器区中的传送流体变成蒸汽。蒸汽沿着热管结构 750 经过蒸汽通道到达与吸热装置 760 相联的冷凝器区。在冷凝器区，热被传给吸热装置 760，而吸热装置 760 将

热散发到周围的空气中。于是，蒸汽变回液体，并在热管结构 750 中的毛细作用力和毛细管结构的作用下，返回蒸发器区。

图 7B 示出了另一种热集成电路芯片叠层构型，其中，芯片由第一热管结构 770 直接冷却。热传给温差电致冷器，温差电致冷器接着将热排放到
5 第二热管结构 780。然后，第二热管结构将热排放到吸热装置。热管结构 770 和 780 在由温差电致冷器 (TECH) 的工作范围限定的不同温度下工作。在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以使用其它布局的热集成电路芯片。

因此，本发明提供了一种改进的热管结构，这种热管结构使用蒸发器
10 区的元件以有效地将热从热源传给传送流体。本发明利用了基于分形几何学和构造几何学的毛细管结构，这种毛细管结构能够提供最大的毛细作用力，而流动阻力最小。另外，本发明包括一个挠形结构，这种结构能够容易地绕着转角和边缘弯曲。

上面对本发明所进行的描述是为了说明和描述的目的，而不是要排除
15 其他的情况，也不是要将本发明限制为所公开的形式。对本领域的技术人员来说，许多改进和变型都是显然的。这里选择并描述过的实施例是为了最好地解释本发明的原理、实际的应用，并使本领域的技术人员能够理解本发明，以用于根据具体使用相应的各种改进来得到各种实施例。

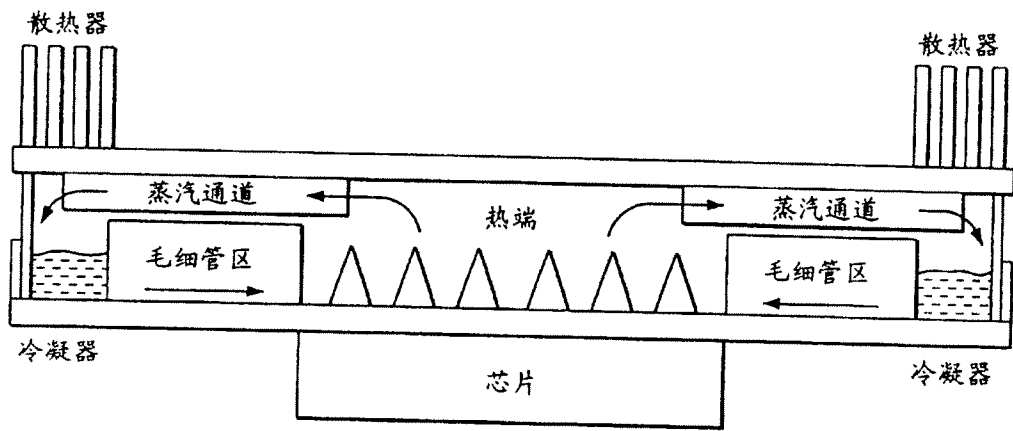
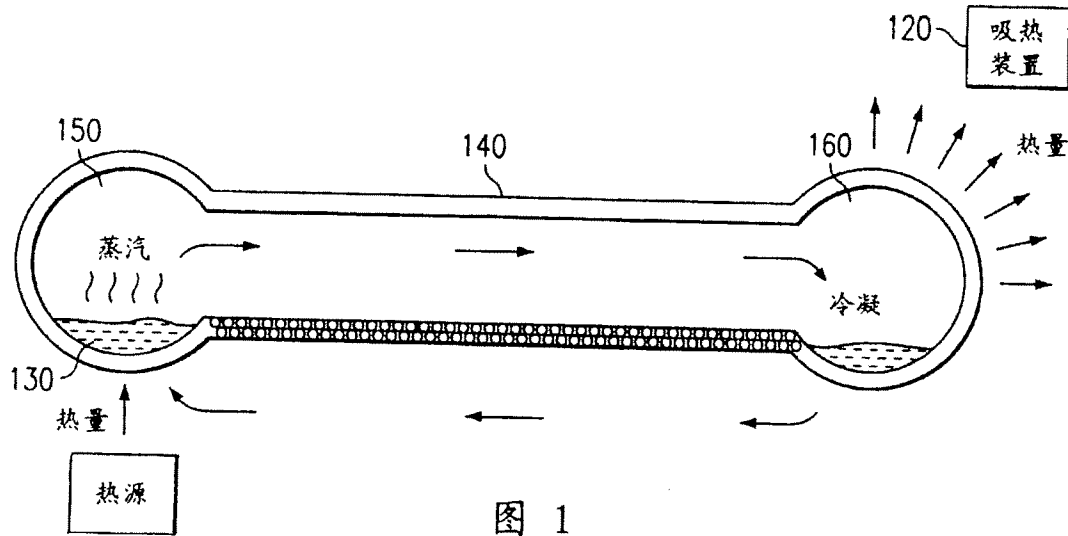


图 3

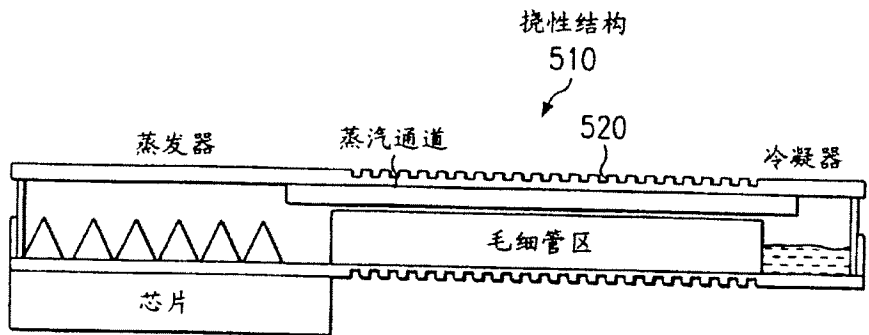


图 5

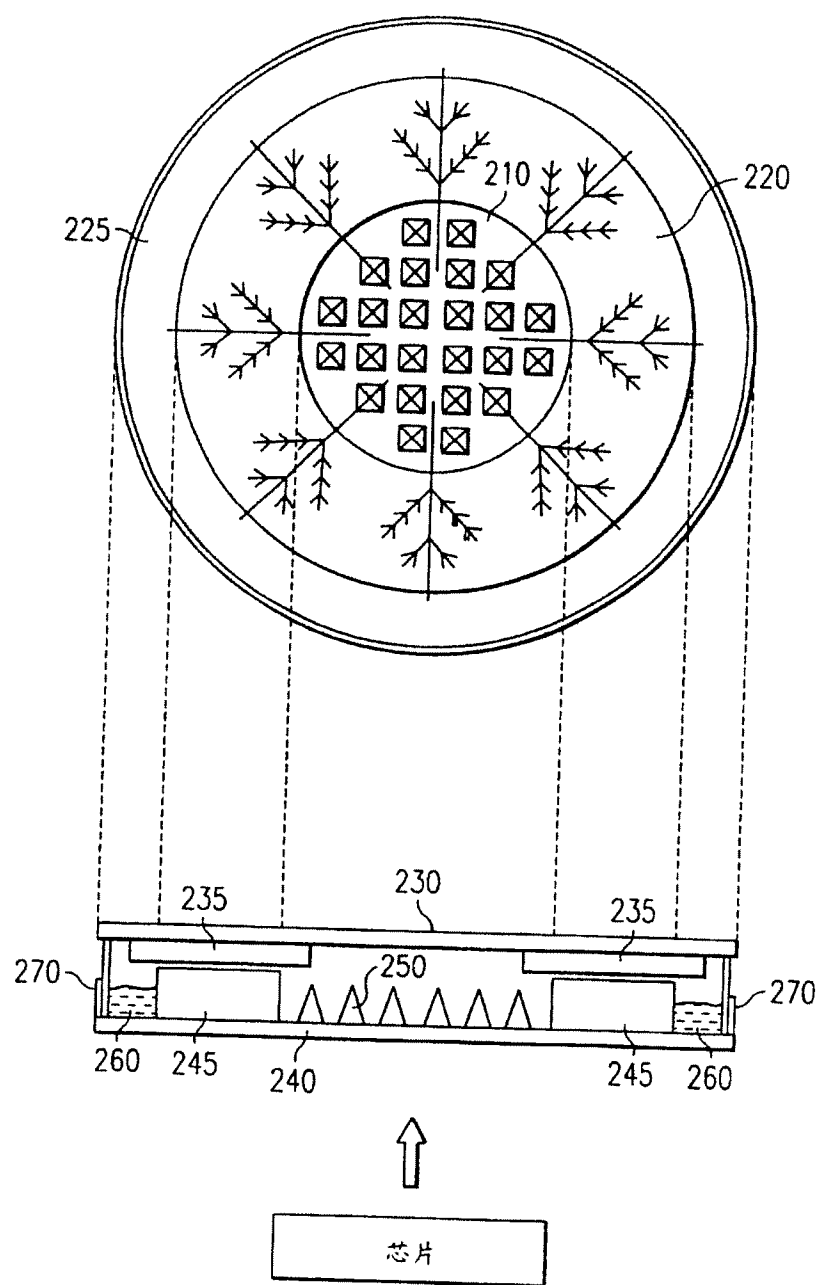


图 2

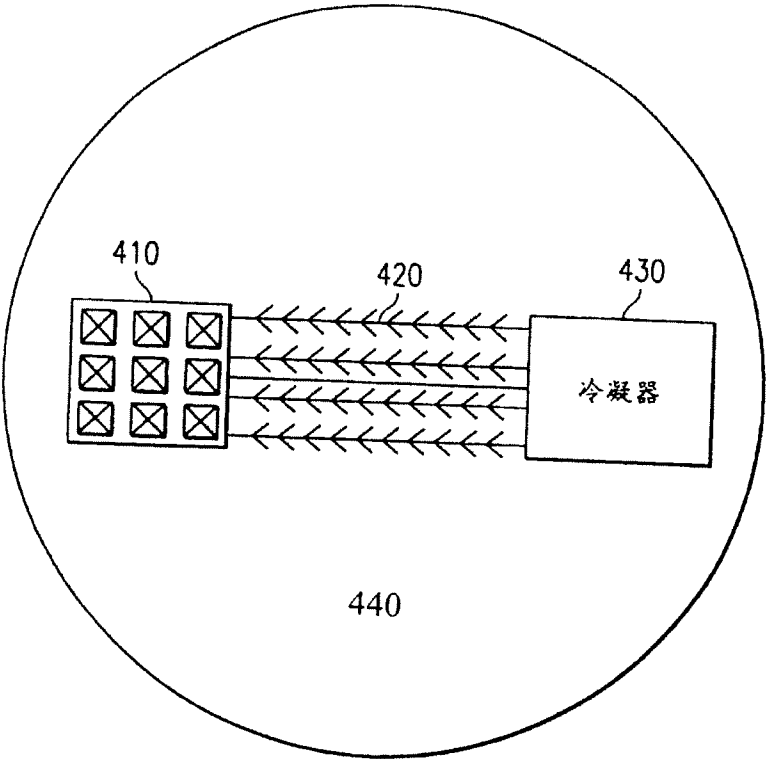


图 4

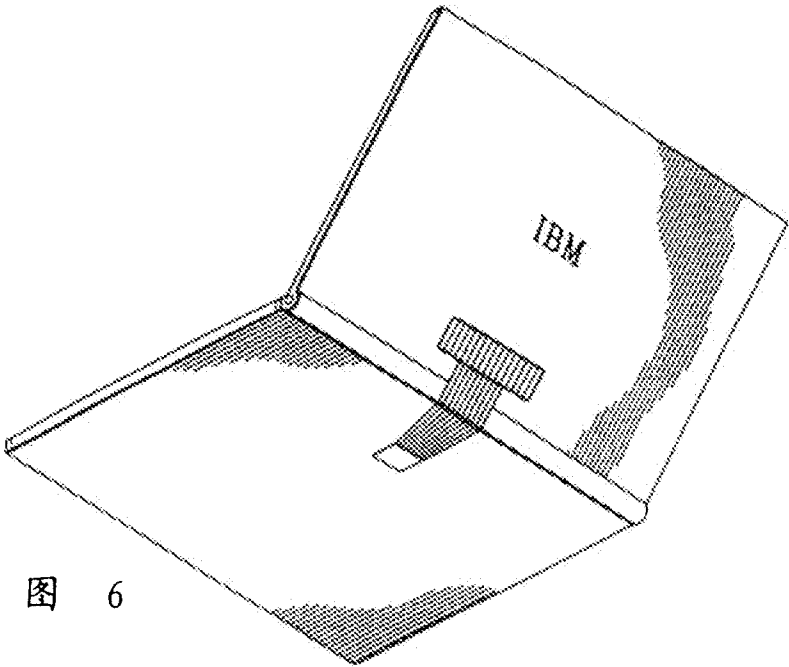


图 6

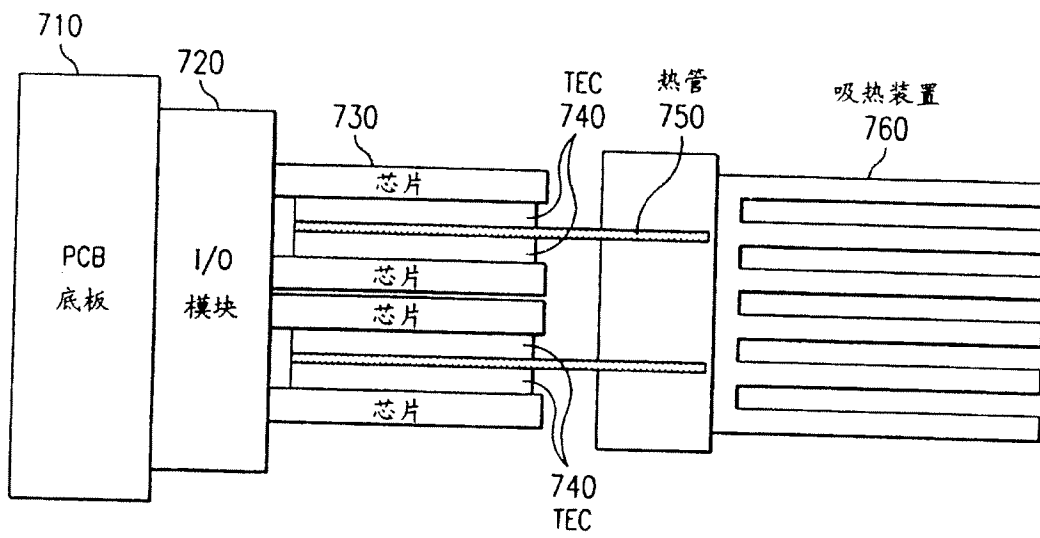


图 7A

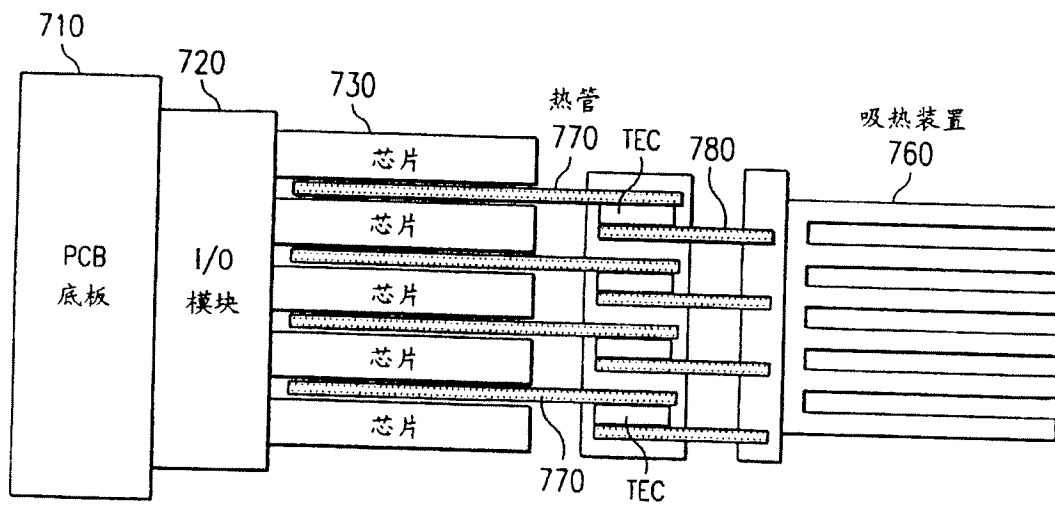


图 7B